

TZM 钼合金棒材

编

制

说

明

(讨论稿)

《TZM 钼合金棒材》编制组

2026 年 03 月

推荐性行业标准《TZM 钼合金棒材》

编制说明（讨论稿）

一、工作简况

1.1 任务来源及计划要求

根据 2025 年 12 月 12 日工业和信息化部发布的《工业和信息化部办公厅关于印发 2025 年第五批行业标准制修订和英文版项目计划的通知》（工信厅科函 [2025]528 号）的要求，由西安瑞福莱钨钼有限公司负责起草制定《TZM 钼合金棒材》行业标准。项目计划编号为 2025-1366T-YS，项目周期为 12 个月，完成年限为 2026 年 12 月 12 日。归口单位为全国有色金属标准化技术委员会。由西安瑞福莱钨钼有限公司、西部金属材料股份有限公司、金堆城钼业股份有限公司、有色金属技术经济研究院有限责任公司、西北有色金属研究院、有研工程技术研究院有限公司等负责起草。

1.2 背景

钼是一种稀有难熔金属，具有熔点、密度、强度和弹性模量高，热膨胀系数小，导电、导热性良好及优越的抗蚀性能。TZM 钼合金是钼合金中一个重要牌号，相比于纯钼，具有更高的再结晶温度和高温性能，广泛应用于高温、高压、强腐蚀介质等恶劣环境下的制造领域，如航空、航天、钢铁冶金、电子、医疗、核工业等领域。如用作空间堆关键电气原件、宇宙火箭装置和飞面的零部件火箭喷嘴和电极，用作铝和铜合金、铸铁和铁系合金的压铸模具和型芯、用作不锈钢等的热挤压工具和无缝钢管热加工用顶头，大功率陶瓷管栅极用材料，大功率 CT 球管旋转轴，核燃料烧结舟皿、空间堆包壳材料等。

TZM 合金作为性能优异的一种钼合金牌号在高性能钼合金中占据重要地位。随着军工核电等行业的发展，对 TZM 钼合金材料的需求越来越大，但同时对 TZM 钼合金性能要求越来越高。再加上近年来随着钼及钼合金加工行业的发展，一些大型的锻造机及挤压机等棒材加工设备在行业中得到应用和快速发展，更大规格的棒材需求越来越多。目前，国内 TZM 钼合金年需求量保持年均 10% 以上的增速，其中航空航天、核电及半导体领域占比超过 85%。下游产业对材料的成分均匀性、组织稳定性、尺寸精度及高温力学性能提出了更高要求

西安瑞福莱钨钼有限公司长期从事 TZM 钼合金棒材的生产加工，在相关领域积累较多的经验，开发出化学成分达到国外熔炼 TZM 的棒材的粉末冶金 TZM 坯料，产品在空间堆关键电气原件、载人发动机推进器、钠冷快堆、EAST 等国家大型设备装置中得到应用。

1.3 标准项目编制单位、起草人及其所做工作

西安瑞福莱钨钼有限公司作为标准起草负责单位，在工作前期，对 TZM 钼合金棒材产品系列和现阶段国内外产品现状进行了充分的调研和梳理，制定了系统的研究方案。在标准制定过程中，负责项目

的总体实施和策划，积极组织各参编单位收集并认真研究国内外相关技术标准资料，结合生产实际，充分调研和了解现场实际情况，收集实测数据，编制实测数据统计表，认真细致地修改标准文本。

有色金属技术经济研究院有限责任公司为本文件提供理论研究基础，并为国内外 T_ZM 铝合金棒材标准研究工作提供有力支持。西部金属材料股份有限公司、金堆城钼业股份有限公司、有色金属技术经济研究院有限责任公司、西北有色金属研究院、有研工程技术研究院有限公司积极参加标准调研工作，配合主编单位开展大量的现场调研、各种试验工作，为本标准提供国内外客户意见反馈和真实有效的基础数据。

本文件主要起草人及工作职责见表 1。

表 1 主要起草人及工作职责

起草人	工作职责
	负责标准的工作指导、标准的编写、试验方案确定及组织协调
	负责标准中相关技术要求内容的编写把关
	负责产品市场调研、客户标准收集及标准中相关技术要求内容的编写
	负责提供企业的现场调研及配合标准编写开展试验验证及数据统计
	负责标准编写材料的收集，提供产品应用背景及使用要求

1.4 主要工作过程

1.4.1 预研阶段

2012 年之前，西安瑞福莱钨钼有限公司主要传承西北有色金属研究院上个世纪 80 年代 T_ZM 合金制备技术制备直径 90mm 以内的 T_ZM 棒材，随着国内材料科技及材料装备的发展，通过近 14 年钨钼行业同高校院所产学研结合及产业链上下游企业的创新优化和开发，能够生产出直径超过 100mm，氧含量小于 300ppm 甚至最低氧含量小于 50ppm 的大规格高性能 T_ZM 棒材，能够满足航空、航天、钢铁冶金、电子、医疗、核工业等领域的要求。

2024 年 3 月，西安瑞福莱钨钼有限公司根据国内 T_ZM 铝合金棒材近年来的产品系列、技术水平、检测及应用情况的变化与发展，并深入讨论技术标准的具体要求，整理并编制形成了《T_ZM 铝合金棒材》行业标准制定标准项目建议书、标准草案及标准立项说明等材料。

1.4.2 立项阶段

2024 年 8 月，西安瑞福莱钨钼有限公司向全体委员会议提交了《T_ZM 铝合金棒材》行标制定标准项目建议书、标准草案及标准立项说明等材料，全体委员会议论证结论为同意行业标准制定立项。

2025 年 12 月 12 日，收到工信厅科函 [2025] 528 号文件通知，下达了制定行业标准《T_ZM 铝合金棒材》的任务，计划编号为：2025-1366T-YS，项目周期为 12 个月，完成年限为 2026 年 12 月，技术归口单位为全国有色金属标准化技术委员会。

1.4.3 起草阶段

本标准为修订标准，在起草阶段进行了大量的调研对比工作，同时兼顾国内 TZM 铝合金棒材生产厂家的实际生产现状。

2025 年 12 月~2026 年 2 月，编制小组结合预研阶段对 TZM 铝合金棒材产品系列、技术水平、检测及应用情况调研结果，对 TZM 铝合金棒材使用状况进行了相关资料的收集、总结和分析，对产品化学成分、力学性能等一系列相关问题逐一进行了核实，形成了《TZM 铝合金棒材》的讨论稿。

二、标准编制原则

1、原则性

本着与时俱进、切合实际、合理利用资源、促进科技进步、促进产业升级与产品结构调整、满足市场需要和供需双方公平受益、获取最大社会综合效益的基本原则。标准的制定严格按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定格式进行。

2、合理性

编制小组是在对国内外市场应用领域要求和国内主要产品生产厂家充分调研的基础上，对原标准进行的修订，收集对比了大量的实测数据，产品的技术指标均得到了相应的印证，确保合理性。本文件的制定充分反映了当前国内 TZM 铝合金棒材行业各生产企业的技术水平和应用水平，宜于应用。

3、先进性

本文件的修订，将对国内 TZM 铝合金棒材生产企业和相关行业的技术进步起到积极作用。本文件涉及的内容，技术水平不低于当前国际先进水平。

三、标准主要内容的确定依据及主要试验和验证情况分析

（一）确定标准主要内容的论据

本文件主要在对市场需求和国内 TZM 铝合金棒材的实际生产水平充分调研的基础上，对产品的范围、分类、技术要求等内容进行了制定。

1.范围

本文件规定了 TZM 铝合金棒材的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存、质量证明书和合同（或订货单）内容。

本文件适用于粉末冶金和压力加工方法制造的 TZM 铝合金棒材，该棒材主要用于电子、医疗、军工、核电等行业。

2.分类和标记

TZM 铝合金作为高温强度、抗蠕变性能、抗热震性能最优的钼基结构材料，广泛应用于航空航天、

核能装备、半导体电子、高温热加工、医疗影像及新能源热场等关键领域，是高端装备制造不可或缺的核心结构材料。随着我国航空航天、核聚变、半导体设备、医疗 CT 机等产业快速发展，对高性能 TZM 钼合金棒材的需求持续增长。

因此，根据对现有市场需求的调研，本次制定 TZM 钼合金棒材的多种类型，包括棒材的供货状态、级别和规格，具体如表 2 所示。

表 2 牌号、规格、状态

牌号	制造方法	供应状态	直径/mm
TZM (I级、II级)	烧结	烧结态 (Sh)	30~240
	烧结-锻造-去应力退火-机加工	压力加工态 (ShR)	14~120
	烧结-挤压-去应力退火-机加工	压力加工态 (ShR)	24~150
注：Sh 代表烧结，R 代表压力加工，TZM 棒的压力加工方法通常是挤压、锻造等。 注：I级、II级为不同化学要求，针对领域应用。			

3.技术要求

1) 化学成分

根据市场调研情况，西安瑞福莱钨钼有限公司收集统计现有客户对 TZM 钼合金棒材产品的化学成分要求、检验方式和取样方式。依据现有 TZM 棒材供应情况 TZM 棒材产品的化学成分应符合表 3 的规定，其中，I级产品适于加工成各种规格的耐高温结构件以及电子医疗功能元件，II级产品适于加工成非氧化气氛条件下的耐高温结构元件。

表 3 化学成分

牌号	分级	主成分 (质量分数) %						
		Mo ^a	Ti	Zr	C			
TZM	I级	余量	0.400~0.550	0.060~0.120	0.010~0.040			
	II级	余量	0.400~0.550	0.060~0.120	0.010~0.040			
	分级	杂质含量 (质量分数) %						
		Al	Mg	Fe	Ni	Si	N	O
	I级	≤0.002	≤0.002	≤0.005	≤0.005	≤0.005	≤0.003	≤0.040
	II级	≤0.002	≤0.002	≤0.005	≤0.005	≤0.005	≤0.003	0.040~0.080
^a 钼的质量分数为 100%与表中所有杂质元素实测值总和的差值，求和前各元素数值应修约到 10 ⁻³ 级别。								

2) 密度

密度指标是衡量 TZM 钼合金棒材产品的重要指标。编制组收集了近几年各类 TZM 钼合金棒材客户对密度指标的要求及生产情况制定密度要求，密度要求见表 4 和表 5。

表 4 烧结态棒材密度

牌号	直径/mm	密度/(g/cm ³)
TZM	≥30~60	≥9.6
	>60~240	≥9.5

表 5 压力加工态棒材密度

牌号	棒材直径/mm	密度/g/cm ³
TZM	≥14~28	≥10.1
	>28~73	≥10.05
	>73~90	≥10.0
	>90~150	≥9.9

3) 密度

烧结态晶粒数对后续压力加工 TZM 棒材有一定影响,是衡量 TZM 铝合金棒材烧结产品的重要指标。编制组收集了近几年各类 TZM 铝合金棒材客户对烧结态棒材横截面的晶粒数应为 400~3000 个/mm²。

4) 外形尺寸及允许偏差

产品的外形尺寸及允许偏差由影响后续客户使用,烧结态棒材和压力加工态棒材产品的直径及其尺寸允许偏差、长度应符合表 6 和表 7 规定。

表 6 烧结态棒材直径及其允许偏差、长度

名义直径/mm	直径允许偏差/mm	不定尺长度/mm
≤130	±5.0	200~800
>130~240	±8.0	200~800

注:尺寸有特殊要求时,由供需双方协商确定。

表 7 压力加工态棒材直径及其允许偏差、长度

名义直径/mm	锻造棒		挤压棒		机加工棒材
	直径允许偏差/mm	不定尺长度/mm	直径允许偏差/mm	不定尺长度/mm	直径允许偏差/mm
≥14~25	±1.0	400~1800	±1.0	400~1000	±0.5
>25~45	±1.5	200~1800	±1.5	400~1000	±0.5
>45~55	±2.0	200~1800	±2.0	400~1000	±0.7
>55~60	±2.5	200~1800	±2.5	400~1000	±0.8
>60~70	±3.0	200~1800	±3.0	400~1000	±0.8
>70~75	±3.5	200~1800	±3.5	400~1000	±1.5
>75~85	±4.0	200~1800	±4.0	400~1000	±1.8
>85~90	±4.5	200~1800	±4.5	400~1000	±1.8
>90~120	±5.0	200~1500	±5.0	400~1000	±2.0
>120~150	±5.0	200~1200	±5.0	400~1000	±3.0

注:机加工棒材的不定尺长度及其允许偏差由供需双方协商确定。

5) 直线度

烧结棒材的直线度影响后续压力加工,压力加工态棒材、机加工棒材产品的直线度影响后续棒材使用。烧结棒材、压力加工态棒材、机加工棒材产品的直线度符合表 8 的规定。

表 8 棒材直线度

产品状态	直径/mm	直线度/(mm/m)
烧结棒材	≥30~240	≤10

压力加工棒材	≥14~25	≤6
	>25~150	≤5
机加工棒材	>12~150	≤2
注：压力加工态的棒材允许校直后检测。		

6) 圆度

棒材产品的圆度应不大于其直径的允许偏差。

7) 力学性能

棒材产品的力学性能是棒材使用性能的关键性能指标，直接影响棒材使用后的可靠性和安全性。依据现有 TZM 棒材的需求和实际生产供应情况确定 TZM 棒材的力学性能。

需方要求并在合同中注明时，烧结—锻造—去应力退火—机加工的 TZM 铝合金棒材的室温力学性能应符合表 9 要求，其他产品报实测值。TZM 铝合金棒材的高温力学性能由供需双方协商确定。

表 9 TZM 铝合金棒材的室温力学性能

材料牌号	直径 mm	抗拉强度 R_m /MPa	屈服强度 $R_{f0.2}$ /MPa	伸长率 Z/%
TZM	<22	≥800	≥700	≥13
	≥22~28	≥750	≥650	≥10
	≥28~48	≥700	≥550	≥6
	≥48~73	≥600	≥550	≥6
	≥73~90	≥550	≥500	≥5
注 1：棒材试样的标距长度为 $L_0=5.65\sqrt{S_0}$ ， S_0 是平行长度的原始横截面积。				
注 2：产品力学性能有特殊要求时，由供、需双方协商确定。				

8) 低倍检查

压力加工态 TZM 棒材的横向低倍上不允许有裂纹、夹杂、缩尾及其他肉眼可见的缺陷。

9) 超声波探伤

TZM 铝合金棒材内部缺陷会影响 TZM 棒材的使用，压力加工态产品的内部质量应进行超声波探伤检测，验收标准由供需双方协商确定。

10) 外观质量

确定了本文件 TZM 铝合金棒材产品的外观质量要求，具体如下：

烧结态棒材不允许有过熔、鼓泡、分层、裂纹、嵌入物等缺陷，表面允许修磨，清理处应圆滑过渡，清理深度应不大于其直径允许偏差之半，深宽比应不大于 1:8。

压力加工态棒材表面允许有氧化色，允许有深度不大于 0.5 mm 的条沟、擦伤和矫直痕迹。

磨削或车削等其他机械加工棒材的表面粗糙度 R_a 应不大于 3.2 μm 。

压力加工态棒材经酸洗、碱洗或机械加工的方法去除表面氧化皮后，表面应清洁，不允许有残留的

润滑剂及其他附着物，不允许有裂纹。

(二) 主要试验(或验证)情况分析

1、技术要求验证

1.1 化学成分的验证

表 10 TZM 钼合金棒材化学成分实测验证数据表

生产单位	抽样编号	牌号	批号	化学成分%										
				主成分				杂质元素杂质含量(不大于)						
				Mo	Ti	Zr	C	Fe	Ni	Si	Mg	Al	N	O
瑞福莱	样 1	TZM	2025-1	余量	0.47	0.09	0.019	0.005	0.005	0.005	0.020	0.020	0.003	0.004
	样 2		2025-2	余量	0.49	0.10	0.025	0.005	0.005	0.005	0.020	0.020	0.001	0.028
	样 3		2024-1	余量	0.42	0.08	0.020	0.005	0.005	0.005	0.020	0.020	0.003	0.007
	样 4		2024-2	余量	0.48	0.09	0.005	0.005	0.005	0.005	0.020	0.020	0.002	0.039

1.2 密度数据的验证

表 11 TZM 钼合金棒材密度实测验证数据表

生产单位	抽样编号	牌号	状态	规格/mm	密度 g/cm ³
瑞福莱	样 1	TZM	烧结态	Φ50	9.68
	样 2		烧结态	Φ150	9.62
	样 3		压力加工态	Φ25	10.15
	样 4		压力加工态	Φ33	10.10
	样 5		压力加工态	Φ86	10.08
	样 6		压力加工态	Φ100	9.92

1.3 晶粒数数据验证

表 12 TZM 钼合金棒材晶粒数实测验证数据表

生产单位	抽样编号	牌号	状态	规格 mm	晶粒数 个/mm ²
瑞福莱	样 1	TZM	烧结态	Φ65	3562
	样 2		烧结态	Φ87	806
	样 3		烧结态	Φ150	611

1.3 力学性能数据验证

本次主要收集烧结—锻造—去应力退火—机加工的 TZM 钼合金棒材的室温力学性能。

表 13 TZM 铝合金棒材力学性能实测验证数据表

生产单位	抽样编号	牌号	规格 mm	抗拉强度 R _m /MPa	屈服强度 R _{0.2} /MPa	伸长率 Z%
瑞福莱	样 1	TZM	Φ20	955	873	18.5
	样 2		Φ25	956	839	22.0
	样 3		Φ40	758	703	11.0
	样 4		Φ60	724	655	8.5
	样 5		Φ87	707	644	10.0

2.验证分析结论

由表 10-13 的数据分析，产品的化学成分、密度和晶粒数、力学性能指标稳定，满足本标准要求。本标准对产品主要技术参数的规定是合理可行的，同时产品主要技术参数的实测验证数据稳定，并有一定富余度及可提升空间，规定的产品技术要求科学合理，同时便于生产厂家调整。

四、标准中涉及专利的情况

本标准不涉及专利问题。

五、预期达到的社会效益等情况

（一）项目的必要性简述

随着国家制造业和科技技术的不断进步，及国内外形势变化对 TZM 铝合金棒材的要求规格越来越大，性能越来越高，用以满足一些大型装备的需求。随着产业升级、装备迭代与高端制造需求提升，2012 版标准在指标覆盖、性能要求、检测方法、规格范围等方面已难以匹配当前技术水平与市场需求，亟需开展全面修订。因此，修订《TZM 铝合金棒材》标准是完全基于市场需求，适于市场发展需要。

综上，为了满足质量要求，规范市场，丰富我国产业链结构，加速该类产品产业化。同时，为了响应国家新材料产业化发展要求，并结合国内外产品技术要求、生产实际状况以及市场需求，我们提出《TZM 铝合金棒材》行业标准修订计划。

（二）项目的可行性简介

近几年来，随着 TZM 铝合金棒材水平的发展，以及生产厂家设备的优化升级，TZM 铝合金棒材性能稳定，已积累大量有关 TZM 棒材产品技术条件参数、性能测试数据和应用数据，现修订《TZM 铝合金棒材》的行业标准技术条件已成熟，具备充分的制定条件和恰当的制定时机。

（三）标准的先进性、创新性、标准实施后预期产生的经济效益和社会效益

本标准的修订，对我国 TZM 铝合金棒材的技术要求更加明确、更加规范，使我国 TZM 铝合金棒

材的整体质量水平显著提升，对促进 T_ZM 铝合金棒材生产应用的有序化和规范化将产生积极作用，对推广我国 T_ZM 铝合金棒材的发展将产生重要影响，并将有力的推动我国 T_ZM 铝合金棒材的产品快速健康发展。

六、采用国际标准和国外先进标准的情况

本标准规定的 T_ZM 铝合金棒材满足国内生产的要求，满足国内生产设备的需求，切实满足市场需求，制定后的标准可达到国内先进水平，部分指标甚至优于国外标准。

七、与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性国家标准的协调配套情况

本标准《T_ZM 铝合金棒材》从技术上保证了产品使用的安全性和可靠性，条文精炼表述清楚，技术要求全面、准确、科学、合理；标准的格式和表达方式等方面完全执行了现行的国家标准和有关法规，符合 GB/T 1.1-2020 的有关要求。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

暂无重大分歧意见。

九、标准性质的建议说明

鉴于本标准规定的 T_ZM 铝合金棒材，不涉及人身及设备安全的内容，其属产品标准，不属于安全性标准。依据标准化法和有关规定，建议本标准的性质为推荐性行业标准。

十、贯彻标准的要求和措施建议

1、首先应在实施前保证标准文本的充足供应，使每个制造厂、设计单位以及检测机构等都能及时获取本标准文本，这是保证新标准贯彻实施的基础。

2、本次制定的《T_ZM 铝合金棒材》行业标准，不仅与生产企业有关，而且与设计单位、检测机构等相关。对于标准使用过程中容易出现的疑问，起草单位有义务进行必要的解释。

3、可以针对标准使用的不同对象，如制造厂、质量监管等相关部门，有侧重点地进行标准的培训和宣贯，以保证标准的贯彻实施。

4、建议本标准批准后实施。

十一、废止现行有关标准的建议

本次项目修订后完成后将替代现行 YS/T831-2012《T_ZM 铝合金棒材》。

十二、其他应予说明的事项

本标准发布实施后，将有助于提升我国 T_ZM 铝合金棒材的整体质量水平。相关产品在满足国内需

求的同时也提高了在国际市场上的竞争实力，对促进我国 TZM 钼合金棒材的发展将产生积极影响。

